

现代机械通气的 理论和实践

俞森洋 主编

中国协和医科大学出版社

现代机械通气的理论和实践

俞森洋 主编

中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代机械通气的理论和实践/俞森洋主编. - 北京: 中国协和医科大学出版社, 2000
ISBN 7-81072-116-X

I. 现… II. 俞… III. ①呼吸器-理论②呼吸器-临床应用 IV. R459.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 19632 号

现代机械通气的理论和实践

主 编: 俞森洋

责任编辑: 张忠丽 范君妮

出版发行: 中国协和医科大学出版社

(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65228583)

经 销: 新华书店总店北京发行所

印 刷: 北京迪鑫印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/16 开

印 张: 55.25

彩 页: 1

字 数: 1368 千字

版 次: 2000 年 10 月第一版 2000 年 10 月第一次印刷

印 数: 1—4000

定 价: 108.00 元

ISBN 7-81072-116-X/R·111

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其它质量问题, 由本社发行部调换)



俞森洋教授简介

俞森洋，男，1947年1月生，浙江永康人，1970年毕业于中国协和医科大学医学系。1980～1983年为解放军军医进修学院内科学系研究生，毕业获硕士学位。1990～1991年在罗马Gemelli大学医院研修。现为解放军总医院和军医进修学院主任医师、教授、博士研究生导师、南楼呼吸科主任。主要从事呼吸系统疾病和危重病学的医疗、科研、教学和保健工作。先后进行支气管哮喘和前列腺素、肺癌标记物、老年肺炎、呼吸治疗、呼吸衰竭和机械通气、老年呼吸危重病的抢救和监护等有关课题的研究，共发表论文70多篇，获中华医学会优秀论文2篇，多次获军队科技成果和医疗成果奖，1998年“老年呼吸衰竭的救治及机械通气的临床应用”获全军医疗成果一等奖。曾因在党和国家领导人的医疗保健工作中做出积极贡献，先后获中央保健委员会的奖状和荣誉证书。主编专著有《当代呼吸疗法》、《危重病监护治疗学》、《呼吸内科主治医生410问》等，另参与编写专著12部，现任《世界医学杂志》编委，《解放军保健医学杂志》副主编，《人民军医》、《国外医学呼吸系统分册》特约编辑，世界肺癌研究协会会员。

内 容 简 介

全书共3篇34章计100多万字,内容十分丰富、翔实和新颖,理论联系实际,基础结合临床,其内容有:与机械通气有关的基础知识和生理学原理,机械通气的目的、方法,通气机参数的设置和调整,机械通气的各种模式、特殊方式和策略,机械通气病人的并发症,通气期间常见问题的处理,撤机技术和方法,无创性通气和各种非常规通气(包括负压通气、液体通气、窒息氧合和气管内吹气、体外气体交换技术和膈肌起搏等),机械通气的辅助治疗(氧疗、湿化和雾化吸入治疗、镇静剂和肌松剂的应用、营养疗法、水电解质和酸碱失衡、纤维支气管镜应用、一氧化氮吸入及康复治疗、以及心理治疗等)。本书贯彻现代机械通气的新思想、新观念和新策略,充分反映近年来机械通气的巨大进展和最新成果,并融合了作者的经验,对提高临床医生有关机械通气的理论水平和实际应用能力大有裨益。

主 编 俞森洋

副主编 蔡柏蔷 王 辰 林江涛

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 辰 北京市红十字朝阳医院

卢文甫 解放军总医院

叶铁虎 北京协和医院

安友仲 北京医科大学人民医院

孙 波 上海医科大学儿科医院

刘秀云 解放军总医院

朱明伟 解放军总医院

江朝光 解放军总医院

杨 立 解放军总医院

杨克勤 北京协和医院

杨媛华 北京市红十字朝阳医院

张文娟 解放军总医院

张金环 解放军总医院

林江涛 北京中日友好医院

施 毅 南京军区南京总医院

俞森洋 解放军总医院

秦 苒 解放军总医院

夏文俊 解放军总医院

黄 蓉 北京协和医院

郭兮恒 北京市红十字朝阳医院

倪道凤 北京协和医院

顾俊明 大连医学院第二附属医院

徐凯峰 北京协和医院

盖鲁粤 解放军总医院

曹德森 解放军总医院

董 蔚 解放军总医院

蔡柏蔷 北京协和医院

序

近十多年来,在我国多数具有一定规模的医院中已陆续建立了重症监护病房或深切治疗室,对各种类型呼吸衰竭的防治工作取得了一定进展。但我也注意到,有些单位尽管引进了先进的通气器械,却不知选择哪种通气模式进行针对性治疗;有的病人虽进行了人工通气维持,却因某些合并症(如感染、肺损伤等)而死亡;有的病人虽成功地进行了人工通气,却因营养不良、呼吸肌无力、心理恐惧等因素而无法脱机;对于某些特殊疾病,如急性呼吸窘迫综合征、危重哮喘以及支气管胸膜瘘、单侧肺损伤等,应怎样选择通气,缺乏应有的知识与对策等。为了适应这种需要,以中国人民解放军总医院俞森洋医师为首的20余位中青年专家,适时地撰写了《现代机械通气的理论和实践》《现代机械通气的监护和临床应用》两本书,这对从事重症监护工作的同道们是一个喜讯。

怀着极大的兴趣阅读了这两本书,我感到有如下几个特点:其一,涉及面广,从书名本身概括了既有机械通气(生理知识、模式、仪器),又有监护,也有相关的治疗,特别是不同疾病导致呼吸衰竭的治疗;其二,引进了较新的概念和技术,如通气模式中的允许性高碳酸血症,反比通气,液体通气,窒息氧合和气管内吹气等,在辅助治疗中的一氧化氮吸入疗法,通气机依赖病人的心理问题,在监护中的呼吸波形和环的检测等。此中特别值得提出的是无创通气的应用,正确地运用这种技术,即使在条件较差的基层,亦可及时挽救相当一部分病人的生命。其三,书中还介绍了通气机的种类、性能、消毒、维修和保养的基本知识及机能,便于医务人员熟悉机器并会进行基本的维修。总之,这是两本适合从事重症监护工作的医师、护士及技术员使用的全面的、不可多得的参考书。

两本书共200多万字,工作量之大可见一般,我对作者们的辛勤劳动表示敬意!我相信它将在我国提高呼吸衰竭防治水平上作出可贵的贡献。

钟南山

1999年5月9日 于广州

(本书主编注:钟南山教授系广州医学院院长,广州呼吸疾病研究所所长,广州医学院内科教授,中华医学会呼吸学会副主任委员兼哮喘学组组长,中华医学会广东、广州分会副会长,联合国世界卫生组织医学顾问,中国工程院院长、医学卫生学部副主任。)

序

值此世纪之交，回顾本世纪中呼吸病学的进展实在令人振奋。在众多成果之中，机械通气的长足进步更是引人瞩目。多少位危重患者处于呼吸衰竭的死亡边缘，通过适时合宜的机械通气的帮助而被挽救成活，也有的患者则通过机械通气的治疗，病情好转，生活质量明显提高。因此可以说，以“铁肺”开始的机械通气，七十多年来，随着通气机性能的改善，通气模式、通气策略均日益适应呼吸生理，适应病人机体条件和疾病的病理生理变化，不但使呼吸系病和危重症病患者的治疗水平得到提高，而且也推动了呼吸系病学和危重症病学学科的发展。

然而，迅速进展变化的基础理论和实际临床应用的复杂多变，使得从事此两门学科以及相关学科的临床工作者迫切希望能有比较系统全面且深入浅出的参考书籍以指导帮助临床实际工作。中国人民解放军总医院俞森洋教授主持，经 20 多位专家撰写的《现代机械通气的理论和实践》《现代机械通气的监护和临床应用》这两本书共计 81 章 200 多万字。这两本书内容连贯、系统全面，从基础理论到具体通气机种类型别，从机械通气原理到具体运用于具体不同疾患注意事项，均一一详细论及，确实可以作为从事此方面临床工作者的得力助手。难能可贵的是作者们不但融会了自己多年的实践经验和科研成果，并查阅有关国内外文献资料，对近年来迅速进展的一些领域如特殊通气模式、保护肺策略、容量压力环监测等利弊、争论分歧所在等也均有所涉及，这样使读者能够接触到目前国际间的一些热点课题，使切入点较高，可能避免一些不必要的重复性研究工作。

因此，当我本人接触到这两本书时，深感它们能够体现我国呼吸病学界在呼吸衰竭治疗方面的新水平。也深感到编著者们可贵的辛勤劳动，特书此序以向编著者们致贺，同时也向他们致以衷心的感谢。

朱元珏

1999 年 5 月 1 日 于北京

（本书主编注：朱元珏教授系中华医学会呼吸病学会主任委员，《中华结核和呼吸杂志》总编辑、中国协和医科大学和北京协和医院内科教授、主任医师、博士研究生导师。）

前 言

1929年“铁肺”的研制开始了机械通气的临床应用，至今已70多年。随着科学技术日新月异的发展，通气机也不断更新换代，通气支持技术日益普及并得到了空前广泛的应用。近10年来进展尤为迅速，表现为通气新模式的不断增多，通气策略的改变，各种辅助通气方法的研究和监护技术的进步。这些通气技术的发展在很大程度上是由于呼吸生理和危重病病理生理研究的深入，正压通气对肺及其他重要脏器的影响及人-机两者相互关系的认识提高促进和推动的。基础理论的研究导致机械通气观念的转变和更新。

自70年代以来，我国先后已出版了多本有关机械通气的书籍和手册，对我国机械通气的开展起了重要的奠基作用和巨大的推动作用，但机械通气的理论和实践发展迅猛，随着研究的不断深入，知识不断更新。近些年来，随着重症监护病房（ICU）在我国各等级医院的普遍建立，各种先进的通气机和监护装置已迅速普及。临床医师迫切希望能有内容丰富、知识新颖、临床实用的大型专著，系统深入地反映近年来机械通气在理论研究和实际应用方面的巨大进展和最新成果。为适应这种需要，我们编写了这本《现代机械通气的理论和实践》。

全书34章，计100多万字，对近年研究甚多，发展较快的诸如以下各个领域都有十分详尽全面的论述：与机械通气有关的生理学原理，机械通气的模式，特殊方式和策略，机械通气并发症（如通气机所致肺损伤、通气机相关肺炎），撤机技术和方法，无创性通气和各种非常规通气（包括负压通气、高频通气、液体通气、气管内吹气、肺外气体交换技术）。书中不少内容和资料在以前国内的专著和文章中都是没有述及的。作者在编写每章时，查阅了大量的国内外文献和资料，跟踪现代进展，并融会了自己多年的经验体会和研究成果，在注意知识的系统性和综合性的同时，尤其注重技术上的实用性和理论上的深入性、进展性，并配以精美插图。相信本书的出版会有助于临床医师迅速提高有关机械通气的理论水平和实际应用能力。并为有志于从事机械通气领域深入研究的各级医护人员提供大量参考资料。

本书特邀在机械通气领域颇有建树、经验丰富和对国内外最新研究及进展十分熟悉的蔡柏蔷（北京协和医院）、王辰（北京朝阳医院）、林江涛（中日友好医院）、施毅（南京军区总医院）等20多位专家为本书撰稿。这些作者目前都担负着日常繁重的医疗、教学、科研和保健任务，他们在百忙中一丝不苟地撰文，为本书增色不少。我国著名的呼吸病学专家朱元珩、钟南山两位教授为本书欣然作序，给了我们极大的鼓励和支持。张文娟同志在本书编写过程中付出了辛勤的劳动，对全书的编排、打字、校对作了大量具体工作。中国协和医科大学出版社也给予了极大的帮助，在此一并致谢。

限于主编者的水平，书中肯定会有谬误和不当之处，敬请专家、学者和广大读者批评指正。

中国人民解放军总医院南楼呼吸科

俞森洋

1999年5月于北京

目 录

第一篇 与机械通气有关的基础知识

第一章 呼吸系统的临床解剖和生理功能·····	(1)
第一节 呼吸系统的正常解剖和结构·····	(1)
第二节 呼吸运动·····	(7)
第三节 肺循环·····	(21)
第四节 肺的换气·····	(26)
第五节 呼吸运动的调节·····	(32)
第二章 组织氧的输送和利用·····	(37)
第一节 氧在血液中的运送形式·····	(38)
第二节 氧解离曲线和影响氧解离曲线的因素·····	(39)
第三节 组织呼吸·····	(45)
第四节 组织氧利用·····	(47)
第五节 加强监护病房中组织氧合的监测·····	(53)
第六节 危重症病人中组织合宜的氧合·····	(60)
第三章 呼吸衰竭的病理生理·····	(62)
第一节 呼吸衰竭的定义、病因、分类和诊断·····	(62)
第二节 呼吸衰竭时的血气和肺功能改变·····	(65)
第三节 急性低氧性呼吸衰竭·····	(69)
第四节 高碳酸 - 低氧性呼吸衰竭·····	(72)
第五节 急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 的发病机制 ·····	(75)
第六节 慢性阻塞性肺疾病发生呼吸衰竭的机制·····	(84)
第七节 肺泡低通气综合征的病因和发病机制·····	(87)
第四章 与机械通气有关的生理学原理·····	(90)
第一节 与病人有关的生理学原理·····	(90)
第二节 与通气机有关的生理学原理·····	(102)
第三节 病人 - 通气机的相互关系·····	(107)
第五章 机械通气病人的呼吸调节·····	(113)
第一节 正常呼吸调节和机械通气时的反馈调节·····	(113)
第二节 通气机对病人用力的反应·····	(115)
第三节 病人用力对通气机所输送的呼吸的反应·····	(119)

第二篇 机械通气总论

第一章 通气治疗的目的、适应证和禁忌证	(127)
第一节 机械通气的目的	(127)
第二节 气管插管和机械通气的适应证	(130)
第三节 机械通气的禁忌证	(152)
第二章 通气机与病人的连接	(158)
第一节 危重病人的气管插管	(158)
第二节 危重病人插管并发症及气道管理	(165)
第三节 气管切开术	(168)
第四节 环甲膜切开术	(177)
第三章 机械通气参数的设置和调整	(182)
第一节 通气机常规参数的设置	(183)
第二节 通气机常规参数的调整	(196)
第三节 不同类型呼吸衰竭机械通气时的治疗终点	(198)
第四章 机械通气的模式	(211)
第一节 辅助通气和控制通气	(211)
第二节 辅助-控制通气	(214)
第三节 间歇指令通气	(227)
第四节 压力支持通气	(247)
第五节 指令每分通气	(265)
第六节 气道压力释放通气	(272)
第七节 成比例辅助通气	(282)
第八节 双相气道正压	(301)
第九节 伺服-控制通气模式	(305)
第十节 压力控制和容量切换型通气	(316)
第十一节 通气模式的分类、比较和选择	(331)
第十二节 通气模式和通气策略的临床应用趋势	(341)
第五章 呼气末正压和持续气道正压	(347)
第一节 概述	(347)
第二节 PEEP 的生理学作用	(349)
第三节 最佳(或理想) PEEP 水平的选择	(367)
第四节 PEEP 应用时的一些问题	(374)
第五节 PEEP 的临床应用	(377)
第六节 持续气道正压	(382)
第七节 结论	(384)
第六章 机械通气的特殊方式	(387)
第一节 分隔肺通气	(387)

第二节 反比通气·····	(402)
第七章 允许性高碳酸血症·····	(415)
第一节 概述·····	(415)
第二节 实施 PHC 的必要性 ·····	(416)
第三节 PHC 的临床应用 ·····	(418)
第四节 PHC 的病理生理学影响 ·····	(429)
第五节 PHC 的禁忌证和副作用 ·····	(431)
第六节 总结·····	(433)
第八章 机械通气病人的并发症及其处理·····	(435)
第一节 与机械通气有关的并发症及其发现和处理原则·····	(435)
第二节 人工气道的并发症·····	(438)
第三节 通气机所致肺损伤·····	(442)
第四节 通气机相关肺炎·····	(458)
第五节 机械通气病人的呼吸并发症·····	(483)
第六节 机械通气病人循环系统并发症·····	(489)
第七节 消化系统并发症·····	(494)
第八节 肾脏并发症·····	(498)
第九节 血液系统并发症·····	(500)
第十节 营养方面的并发症·····	(501)
第十一节 内分泌方面的并发症·····	(503)
第十二节 机械通气的其他并发症·····	(504)
第九章 机械通气期间常见问题的处理·····	(508)
第一节 机械通气病人发生呼吸窘迫的原因及其处理·····	(508)
第二节 手工通气技术·····	(522)
第三节 通气机回路·····	(529)
第四节 人工气道的气囊处理·····	(534)
第五节 气管插管的更换·····	(541)
第十章 机械通气的撤离和拔管·····	(545)
第一节 撤机前需具备的条件·····	(546)
第二节 撤离机械通气和拔除气管内导管的方法·····	(549)
第三节 撤机困难的原因·····	(557)
第四节 困难撤机病人的处理和今后撤机技术的发展·····	(561)
第十一章 无创性正压通气·····	(569)
第一节 无创性正压通气的方法和技术·····	(569)
第二节 无创性正压通气在高碳酸血症性呼吸衰竭时的应用·····	(583)
第三节 无创性正压通气在低氧血症性呼吸衰竭时的应用·····	(591)
第四节 无创性正压通气在其他情况的应用·····	(598)
第十二章 高频通气·····	(603)

第一节	高频通气的概念和类型	(603)
第二节	高频通气时气体交换的机制	(607)
第三节	高频喷射通气	(608)
第四节	高频振荡通气	(612)
第五节	高频振荡通气技术在儿科临床的应用	(616)
第十三章	负压通气	(623)
第一节	负压通气的历史	(623)
第二节	负压通气机的种类与分类	(625)
第三节	负压通气的生理作用和治疗机制	(630)
第四节	负压通气机的应用方法、参数调节及监测	(632)
第五节	负压通气的适应证和临床应用	(633)
第六节	并发症与副作用	(639)
第七节	展望	(640)
第十四章	液体通气	(643)
第一节	通气方式及液体的特点	(643)
第二节	实验研究及临床应用	(646)
第三节	LV 的作用机制	(648)
第四节	存在问题及展望	(649)
第十五章	窒息氧合和气管内吹气	(652)
第一节	窒息氧合	(652)
第二节	氧气的气管吹入	(653)
第三节	持续气流通气	(655)
第四节	气道吹气和持续氧气吹入	(657)
第五节	气管内吹气	(657)
第十六章	体外膜肺氧合和血管内氧合器	(665)
第一节	体外膜肺氧合的设备	(665)
第二节	适应证、禁忌证和并发症	(665)
第三节	体外膜肺氧合的转流径路	(666)
第四节	临床应用体外膜肺氧合方法及全身管理	(669)
第五节	血管内氧合器	(670)
第十七章	膈肌起搏	(673)
第一节	体内膈肌起搏的适应证和禁忌证	(673)
第二节	体内膈肌起搏器的组成	(675)
第三节	体内膈肌起搏的实施	(677)
第四节	体外膈肌起搏	(679)

第三篇 机械通气的辅助治疗

第一章	氧气疗法	(683)
-----	------	-------

第一节 组织氧合和缺氧的危害·····	(683)
第二节 组织缺氧的识别和评价·····	(687)
第三节 氧疗的适应证·····	(688)
第四节 氧疗的实施·····	(692)
第五节 氧中毒·····	(700)
第六节 家庭氧疗·····	(705)
第二章 气道湿化疗法 ·····	(709)
第一节 湿度的物理学概念·····	(709)
第二节 湿化疗法的生理和病理基础·····	(710)
第三节 湿化疗法的适应证和湿度要求·····	(711)
第四节 湿化装置和湿化方法·····	(714)
第五节 湿化疗法的副作用及注意事项·····	(720)
第三章 机械通气病人的雾化吸入治疗 ·····	(722)
第一节 概述·····	(722)
第二节 影响气溶胶在机械通气病人的下呼吸道沉降的因素·····	(723)
第三节 支气管舒张剂对机械通气病人的疗效·····	(727)
第四节 药物的毒性·····	(730)
第五节 雾化吸入治疗的临床应用·····	(730)
第六节 机械通气雾化吸入治疗在其他方面的应用·····	(738)
第七节 雾化吸入治疗的注意事项·····	(741)
第四章 机械通气时镇静剂、镇痛剂和肌松剂的应用 ·····	(743)
第一节 机械通气时使用镇静剂和镇痛剂的目的·····	(743)
第二节 镇静剂、镇痛剂的选择和应用·····	(745)
第三节 镇静剂和镇痛剂在各种疾病中的应用·····	(750)
第四节 肌松剂在机械通气时的应用·····	(753)
第五章 机械通气病人的营养疗法 ·····	(760)
第一节 机械通气病人营养不良的发生机制·····	(760)
第二节 营养不良对呼吸系统的影响·····	(761)
第三节 营养支持的目的·····	(763)
第四节 营养治疗方法·····	(763)
第五节 静脉营养治疗的实施·····	(766)
第六节 蛋白质合成激素的使用·····	(771)
第六章 危重病人的水、电解质紊乱 ·····	(774)
第一节 体液的组成和水、电解质的代谢·····	(774)
第二节 渗透性的紊乱：低血钠和高血钠·····	(775)
第三节 血钾的紊乱·····	(779)
第四节 血清钙的紊乱·····	(782)
第五节 血清镁的紊乱·····	(784)

第六节 血磷的紊乱·····	(786)
第七章 危重病人的酸碱失衡·····	(789)
第一节 以定律为基础的酸碱紊乱诊断·····	(789)
第二节 呼吸性酸中毒·····	(793)
第三节 呼吸性碱中毒·····	(793)
第四节 代谢性酸中毒·····	(794)
第五节 乳酸酸中毒·····	(797)
第六节 乳酸性碱中毒·····	(798)
第七节 酮症酸中毒·····	(798)
第八节 代谢性酸中毒的治疗·····	(799)
第九节 代谢性碱中毒·····	(801)
第八章 纤维支气管镜在机械通气病人中的应用·····	(804)
第一节 经纤维支气管镜引导行气管插管·····	(804)
第二节 支气管镜在气道管理中的应用·····	(807)
第三节 经支气管镜治疗肺不张·····	(810)
第四节 纤维支气管镜治疗时的监护和并发症的防止·····	(812)
第五节 支气管肺泡灌洗治疗在机械通气病人中的应用·····	(815)
第九章 一氧化氮吸入疗法·····	(819)
第一节 一氧化氮的生理基础·····	(819)
第二节 吸入 NO 的临床试验应用·····	(821)
第十章 呼吸衰竭病人的康复治疗·····	(827)
第一节 呼吸康复治疗的目标和治疗方案·····	(827)
第二节 呼吸功能评价·····	(828)
第三节 呼吸道的卫生和日常护理·····	(832)
第四节 骨骼肌放松锻炼·····	(833)
第五节 全身运动锻炼·····	(835)
第六节 呼吸肌锻炼·····	(836)
第十一章 通气机依赖病人的心理问题·····	(844)
第一节 ICU 病人的心理问题·····	(844)
第二节 肺部疾病通气机依赖病人的特殊心理问题·····	(846)
第三节 心理障碍评估·····	(848)
第四节 通气机依赖病人心理障碍的治疗·····	(849)
第十二章 呼吸危重病人的体位和姿势·····	(854)
第一节 体位和姿势对呼吸生理的影响·····	(854)
第二节 急性呼吸窘迫综合征与俯卧位·····	(860)
第三节 姿势和体位在其他呼吸病中的作用·····	(865)

第 一 篇

与机械通气有关的基础知识

第一章 呼吸系统的临床解剖和生理功能

呼吸系统由鼻、咽、喉、气道和肺等器官组成。其主要功能为呼吸，也就是吸入 O_2 和呼出 CO_2 ，使人体能在自然环境中得以生存。呼吸系统由上、下呼吸道和肺等组成了一个完善的“呼吸泵”，将空气通过呼吸道吸入肺内，肺脏提供了巨大的肺泡表面使血液得以和外环境中的 O_2 和 CO_2 进行气体交换，摄取 O_2 和排出 CO_2 。要理解呼吸系统的正常生理功能，首先应了解呼吸系统的结构。本章的主要目的是简要介绍与机械通气有关的呼吸系统的解剖、结构和功能。

第一节 呼吸系统的正常解剖和结构

呼吸道以环状软骨下缘为界，通常可分为上、下呼吸道两大部分。上呼吸道由鼻、鼻窦、咽和喉构成，除能输送气体外，还有加温、湿化和过滤空气等作用。气管以下部分则称为下呼吸道。临床上通常将鼻、咽、气管、支气管、段支气管、细支气管至终末细支气管通称为传道气道（conducting airway）；而将呼吸性支气管、肺泡管和肺泡囊称为呼吸区（respiratory zones）。

一、上呼吸道

上呼吸道是气体进入肺脏的门户。在呼吸道解剖死腔中，上呼吸道约占了一半；呼吸道的阻力约 45% 来自鼻与喉。上呼吸道对吸入的气体加温、加湿和过滤等方面起了重要作用，使进入肺部的气体适合人体的生理需要。

成人的鼻腔容积约为 20ml，鼻腔有两侧上、中、下三个鼻甲，曲折的粘膜使表面积约有 $160cm^2$ ，由于鼻甲呈不规则形状，吸入气在鼻腔内产生紊流，大大增加气体与粘膜表面接触机会。粘膜下丰富的毛细血管和粘液分泌，因而鼻腔有加温、增湿等功能。吸入的冷空气经过上呼吸道后温度接近体温，到达咽部的气体相对湿度可达 80% 以上。鼻腔还有截留

吸入气体内的异物的作用,由于湍流形成,增加其沉落机会,直径在 $15\mu\text{m}$ 以上微粒的 95%~98%,可在鼻腔内被清除。

咽是气体进入下呼吸道的门户,也是食物通过的必经之路,正常的咽功能对保证食物及口腔分泌物不流入呼吸道起重要作用。气管切开的患者由于吞咽功能的障碍,常使咽部分泌物流入气管内,成为院内获得性肺炎的一个重要原因。

应用通气机的病人常常需要气管插管或气管切开,外界气体不经过上呼吸道而直接进入下呼吸道,上呼吸道的正常加温、加湿和过滤等功能完全丧失,进入的气体如没有经过适当处理,那么干冷的气体可损伤气管粘膜的防御功能,极易发生肺部感染。

二、下呼吸道

从气管向下逐级分支,通常是一分为二,每分一级,其总面积比上一级要大 20% 左右。从总气管到末梢,通常分为 23 级(图 1-1-1)。随着远端支气管数目的增加,其总截面积迅速增加。根据功能的不同,下呼吸道可分为传导气道和呼吸区,每区各有其不同的结构特点。临床上,气管位于胸腔外部分称为胸外气道,胸内的气管和肺外部分主支气管又称为中心气道,因其组织硬韧和软骨支撑,其管径受呼吸影响较小。在吸气状态下,管径大于 2mm 的气道称为大气道,包括叶、段支气管。小于 2mm 者则称为小气道。

(一) 传导气道

由气管分支开始的前 16 级组成,包括气管、支气管、细支气管和终末细支气管。此区所占路径长,其功能为气体的传导,并对吸入气进一步加温、加湿。气体在进入气管和最初

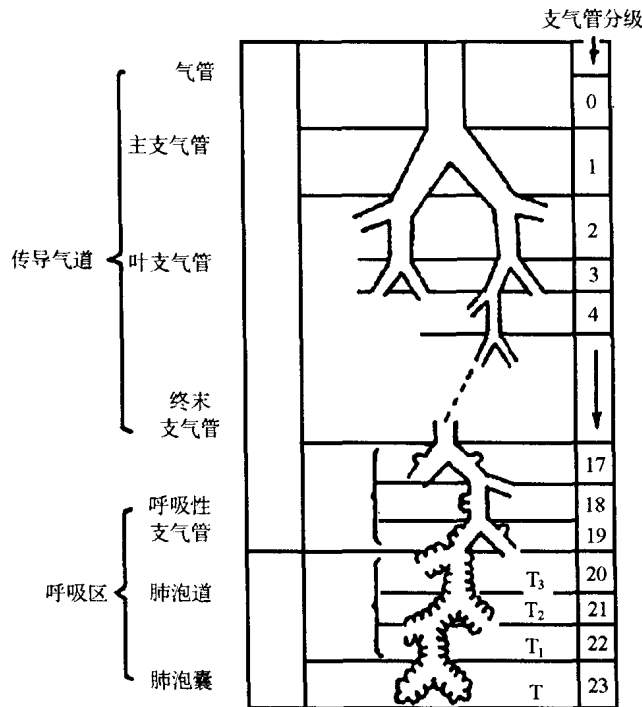


图 1-1-1 支气管分支示意图(引自文献 7)